

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-306325

(43) 公開日 平成11年(1999)11月5日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 6 T 1/00  
7/00

識別記号

F I

G 0 6 F 15/62  
15/70

3 8 0  
4 5 5 A

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平10-114772

(22) 出願日 平成10年(1998)4月24日

(71) 出願人 000003562

東芝テック株式会社

東京都千代田区神田錦町1丁目1番地

(72) 発明者 羽毛田 卓哉

静岡県三島市南町6番78号 株式会社テック技術研究所内

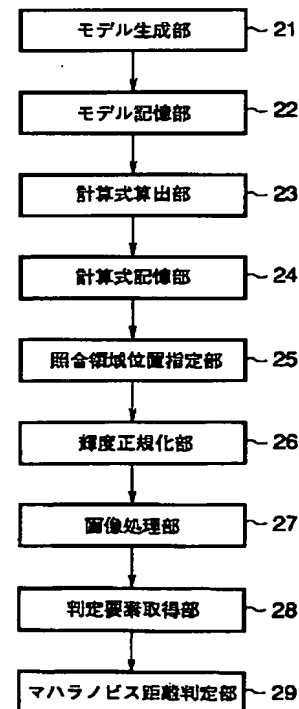
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

(54) 【発明の名称】 対象物検出装置及び対象物検出方法

(57) 【要約】

【課題】 処理が比較的簡単で、しかも、被識別対象物を正確に検出する。

【解決手段】 画像入力部1から取り込んだ顔画像を含む入力画像に対して、照合領域位置指定部25により領域モデルを当て嵌める被照合局所領域の位置を指定する。そして、指定した被照合局所領域毎に輝度正規化部26により輝度正規化を行い、さらに、画像処理部27によりエッジ検出等の画像処理を行う。そして、判定要素取得部28により被照合局所領域の正規化され、画像処理された画像に対して顔の領域モデルを当て嵌めて領域モデル内の各判定要素取得領域の特徴量を抽出し、マハラノビス距離判定部29にて抽出した特徴量に基づいて各被照合局所領域毎にマハラノビス距離を算出し、この算出結果により顔の検出を行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 画像を入力する画像入力手段と、検出する被識別対象物画像の特徴的な領域に対応して複数の判定要素取得領域を設定した領域モデルを記憶した記憶手段と、前記画像入力手段により入力した入力画像、又は予め前記画像入力手段により入力し画像処理を施した画像に対して前記記憶手段に記憶した領域モデルを当て嵌める被照合局所領域位置を順次指定する位置指定手段と、この位置指定手段にて指定した位置に領域モデルを順次当て嵌める毎に、この領域モデルの各判定要素取得領域から判定要素を取得する判定要素取得手段と、この判定要素取得手段が取得した各判定要素取得領域の判定要素に基づいてマハラノビス距離計算を行い、被照合局所領域の画像が被識別対象物画像か否かの判定を行うマハラノビス距離判定手段とからなり、前記判定手段の判定結果により被識別対象物の検出を行うことを特徴とする対象物検出装置。

【請求項 2】 画像を入力する画像入力手段と、検出する顔画像の目、鼻、口等の特徴的な領域に対応して複数の判定要素取得領域を設定した領域モデルを記憶した記憶手段と、前記画像入力手段により入力した入力画像、又は予め前記画像入力手段により入力し画像処理を施した画像に対して前記記憶手段に記憶した領域モデルを当て嵌める被照合局所領域位置を順次指定する位置指定手段と、この位置指定手段にて指定した位置に領域モデルを順次当て嵌める毎に、この領域モデルの各判定要素取得領域から判定要素を取得する判定要素取得手段と、この判定要素取得手段が取得した各判定要素取得領域の判定要素に基づいてマハラノビス距離計算を行い、被照合局所領域の画像が被識別対象物画像か否かの判定を行うマハラノビス距離判定手段とからなり、前記判定手段の判定結果により顔の検出を行うことを特徴とする対象物検出装置。

【請求項 3】 画像を入力する画像入力手段と、検出する被識別対象物画像の特徴的な領域に対応して複数の判定要素取得領域を設定した領域モデルを記憶した記憶手段と、前記画像入力手段により入力した入力画像、又は予め前記画像入力手段により入力し画像処理を施した画像に対して前記記憶手段に記憶した領域モデルを当て嵌める被照合局所領域位置を順次指定する位置指定手段と、この位置指定手段が被照合局所領域の位置指定する毎にこの被照合局所領域に対して一定分散強調処理による輝度正規化を行う輝度正規化手段と、この輝度正規化手段にて輝度正規化した被照合局所領域に領域モデルを当て嵌め、この領域モデルの各判定要素取得領域から判定要素を取得する判定要素取得手段と、この判定要素取得手段が取得した各判定要素取得領域の判定要素に基づいてマハラノビス距離計算を行い、被照合局所領域の画像が被識別対象物画像か否かの判定を行うマハラノビス距離判定手段とからなり、前記判定手段の判定結果によ

り被識別対象物の検出を行うことを特徴とする対象物検出装置。

【請求項 4】 画像を入力する画像入力手段と、検出する顔画像の目、鼻、口等の特徴的な領域に対応して複数の判定要素取得領域を設定した領域モデルを記憶した記憶手段と、前記画像入力手段により入力した入力画像、又は予め前記画像入力手段により入力し画像処理を施した画像に対して前記記憶手段に記憶した領域モデルを当て嵌める被照合局所領域位置を順次指定する位置指定手段と、この位置指定手段が被照合局所領域の位置指定する毎にこの被照合局所領域に対して一定分散強調処理による輝度正規化を行う輝度正規化手段と、この輝度正規化手段にて輝度正規化した被照合局所領域に領域モデルを当て嵌め、この領域モデルの各判定要素取得領域から判定要素を取得する判定要素取得手段と、この判定要素取得手段が取得した各判定要素取得領域の判定要素に基づいてマハラノビス距離計算を行い、被照合局所領域の画像が被識別対象物画像か否かの判定を行うマハラノビス距離判定手段とからなり、前記判定手段の判定結果により顔の検出を行うことを特徴とする対象物検出装置。

【請求項 5】 判定要素取得手段は、判定要素として特徴量を取得することを特徴する請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 記載の対象物検出装置。

【請求項 6】 判定要素取得手段は、テンプレート画像を利用して判定要素を取得することを特徴する請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 記載の対象物検出装置。

【請求項 7】 判定要素取得手段は、目、鼻、口等に対応する判定要素取得領域の少なくとも 1 つに対し輝度の低い画素を利用して判定要素を取得することを特徴する請求項 2 又は 4 記載の対象物検出装置。

【請求項 8】 判定要素取得手段は、目、鼻、口等に対応する判定要素取得領域の少なくとも 1 つに対し輪郭抽出画像を利用して判定要素を取得する請求項 2 又は 4 記載の対象物検出装置。

【請求項 9】 判定要素取得手段は、目、鼻、口等に対応する判定要素取得領域の少なくとも 1 つに対し領域の輝度平均又は輝度分散値を利用して特徴量を取得することを特徴する請求項 5 記載の対象物検出装置。

【請求項 10】 判定要素取得手段は、目、鼻、口、頬等に対応する判定要素取得領域の少なくとも 1 つに対しテンプレート画像を利用して判定要素を取得することを特徴する請求項 2 又は 4 記載の対象物検出装置。

【請求項 11】 入力した入力画像、又は入力画像に画像処理を施した画像に対して、検出する被識別対象物の特徴的な領域に対応して複数の判定要素取得領域を設定した領域モデルを順次被照合局所領域位置を指定しながら当て嵌め、領域モデルを当て嵌める毎にこの領域モデルの各判定要素取得領域から判定要素を取得し、この取得した判定要素に基づいてマハラノビス距離計算を行って被照合局所領域の画像が被識別対象物画像か否かの判

定を行い、この判定結果により被識別対象物の検出を行うことを特徴とする対象物検出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、顔や物品など、被識別対象物の検出を行う対象物検出装置及び対象物検出方法に関する。

【0002】

【従来の技術】ある画像中から被識別対象物の位置等を検出する方法としてテンプレートマッチングが知られている。これは、被識別対象物をそのままテンプレート画像として用意し、画像全体にわたって順次被照合局所領域を指定し、被照合局所領域の局所画像とテンプレート画像との相関値を算出し、相関の高い位置を被識別対象物が存在する位置と判定する方法である。例えば、特開平 6 - 1 8 7 4 5 0 号公報では、ファクトリー・オートメーション装置において、プリント基板上のマークを検出して位置合わせするために、マークの画像をテンプレート画像として用意し、撮影した画像全体にわたってテンプレートマッチングを行い、マークの位置を検出する方法を採用している。

【0003】また、テンプレートマッチング法を利用して入力画像から顔画像を検出するものとしては、例えば、特開平 9 - 2 5 1 5 3 4 号公報や特開平 9 - 4 4 6 7 6 号公報が知られている。特開平 9 - 2 5 1 5 3 4 号公報のものは、入力画像から顔画像領域を抽出するために、予め登録されている標準顔画像（テンプレート）を全画面にわたって移動させつつ相関値を計算し、最も高い相関値を有する領域を顔領域として抽出するものである。また、特開平 9 - 4 4 6 7 6 号公報のものは、目を濃淡情報で表したテンプレート画像で顔画像を含む画像を走査し、対象領域の濃淡情報とテンプレート画像の濃淡情報との相関演算を行い、類似度の高い領域を目の候補として抽出する。同様に、鼻を濃淡情報で表したテンプレート画像で顔画像を含む画像を走査して鼻の候補を抽出し、口を濃淡情報で表したテンプレート画像で顔画像を含む画像を走査して口の候補を抽出する。そして、抽出が終了すると、顔領域の抽出を行うが、この時、目、鼻、口の候補の組み合わせについて、予め用意されている目、鼻、口の位置関係と比較検証して画像の中から顔画像を抽出するというものである。

【0004】さらに、顔画像の色情報を利用したものとしては、例えば、特開平 9 - 5 0 5 2 8 号公報が知られている。これは、入力画像の RGB 値から肌色領域を抽出し、この領域に対して自動的にモザイクサイズを決定し、その候補領域をモザイク化し、人物顔辞書と比較して人物顔の有無を判定し人物顔の切り出しを行うというものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、顔は個人毎

に鼻や目の位置、大きさが様々であり、また、人物の顔の検出の適用場所は工場内のファクトリー・オートメーション装置と違い背景が複雑で、かつ外光環境の変動も大きい場合が多い。また、人物はカメラの前で動きがあるため、人物の前後位置の多少のずれによっても顔サイズは変わり、また、顔の傾きのばらつきも生じる。

【0006】このようなことから、特開平 6 - 1 8 7 4 5 0 号公報や特開平 9 - 2 5 1 5 3 4 号公報のようなテンプレートマッチング法を利用するものでは、人物の顔を顔全体のテンプレート画像としてそのまま用いることになるため、テンプレート画像に柔軟性がなく、検出率がそれ程高くないという問題があった。すなわち、個人差等を考慮していないので、ある人は検出できるが別の人は検出できないというような事態が生じる。

【0007】また、特開平 9 - 4 4 6 7 6 号公報のような個々の部品を抽出するような方法では、個々の部品毎に抽出方法を変えたり、候補領域の位置関係を検証したりなど手順が複雑であり、安定した検出が難しい問題があり、特に、背景が複雑な場合においては部品候補の数が大量になる可能性があり、その位置関係を検証することが困難になるという問題があった。さらに、特開平 9 - 5 0 5 2 8 号公報のような肌色領域を抽出する色情報を用いて予め候補領域を絞り込むような方法では、照明条件の影響を受けやすく安定した検出が困難になる問題があった。

【0008】そこで、請求項 1 乃至 1 0 記載の発明は、処理が比較的簡単で、被識別対象物を正確に検出することができる対象物検出装置を提供する。また、請求項 3 及び 4 記載の発明は、さらに、光源等の環境変動の影響をあまり受けずに被識別対象物の検出ができ、被識別対象物をより正確に検出することができる対象物検出装置を提供する。また、請求項 1 1 記載の発明は、処理が比較的簡単で、被識別対象物を正確に検出することができる対象物検出方法を提供する。

【0009】

【課題を解決するための手段】請求項 1 記載の発明は、画像を入力する画像入力手段と、検出する被識別対象物画像の特徴的な領域に対応して複数の判定要素取得領域を設定した領域モデルを記憶した記憶手段と、画像入力手段により入力した入力画像、又は予め画像入力手段により入力し画像処理を施した画像に対して記憶手段に記憶した領域モデルを当て嵌める被照合局所領域位置を順次指定する位置指定手段と、この位置指定手段にて指定した位置に領域モデルを順次当て嵌める毎に、この領域モデルの各判定要素取得領域から判定要素を取得する判定要素取得手段と、この判定要素取得手段が取得した各判定要素取得領域の判定要素に基づいてマハラノビス距離計算を行い、被照合局所領域の画像が被識別対象物画像か否かの判定を行うマハラノビス距離判定手段とからなり、判定手段の判定結果により被識別対象物の検出を

10

20

30

40

50

行う装置にある。

【0010】請求項2記載の発明は、画像を入力する画像入力手段と、検出する顔画像の目、鼻、口等の特徴的な領域に対応して複数の判定要素取得領域を設定した領域モデルを記憶した記憶手段と、画像入力手段により入力した入力画像、又は予め画像入力手段により入力し画像処理を施した画像に対して記憶手段に記憶した領域モデルを当て嵌める被照合局所領域位置を順次指定する位置指定手段と、この位置指定手段にて指定した位置に領域モデルを順次当て嵌める毎に、この領域モデルの各判定要素取得領域から判定要素を取得する判定要素取得手段と、この判定要素取得手段が取得した各判定要素取得領域の判定要素に基づいてマハラノビス距離計算を行い、被照合局所領域の画像が被識別対象物画像か否かの判定を行うマハラノビス距離判定手段とからなり、判定手段の判定結果により顔の検出を行う装置にある。

【0011】請求項3記載の発明は、画像を入力する画像入力手段と、検出する被識別対象物画像の特徴的な領域に対応して複数の判定要素取得領域を設定した領域モデルを記憶した記憶手段と、画像入力手段により入力した入力画像、又は予め画像入力手段により入力し画像処理を施した画像に対して記憶手段に記憶した領域モデルを当て嵌める被照合局所領域位置を順次指定する位置指定手段と、この位置指定手段が被照合局所領域の位置指定する毎にこの被照合局所領域に対して一定分散強調処理による輝度正規化を行う輝度正規化手段と、この輝度正規化手段にて輝度正規化した被照合局所領域に領域モデルを当て嵌め、この領域モデルの各判定要素取得領域から判定要素を取得する判定要素取得手段と、この判定要素取得手段が取得した各判定要素取得領域の判定要素に基づいてマハラノビス距離計算を行い、被照合局所領域の画像が被識別対象物画像か否かの判定を行うマハラノビス距離判定手段とからなり、判定手段の判定結果により被識別対象物の検出を行う装置にある。

【0012】請求項4記載の発明は、画像を入力する画像入力手段と、検出する顔画像の目、鼻、口等の特徴的な領域に対応して複数の判定要素取得領域を設定した領域モデルを記憶した記憶手段と、画像入力手段により入力した入力画像、又は予め画像入力手段により入力し画像処理を施した画像に対して記憶手段に記憶した領域モデルを当て嵌める被照合局所領域位置を順次指定する位置指定手段と、この位置指定手段が被照合局所領域の位置指定する毎にこの被照合局所領域に対して一定分散強調処理による輝度正規化を行う輝度正規化手段と、この輝度正規化手段にて輝度正規化した被照合局所領域に領域モデルを当て嵌め、この領域モデルの各判定要素取得領域から判定要素を取得する判定要素取得手段と、この判定要素取得手段が取得した各判定要素取得領域の判定要素に基づいてマハラノビス距離計算を行い、被照合局所領域の画像が被識別対象物画像か否かの判定を行うマ

ハラノビス距離判定手段とからなり、判定手段の判定結果により顔の検出を行う装置にある。

【0013】請求項5記載の発明は、請求項1乃至4のいずれか1記載の対象物検出装置において、判定要素取得手段は、判定要素として特徴量を取得することにある。

【0014】請求項6記載の発明は、請求項1乃至4のいずれか1記載の対象物検出装置において、判定要素取得手段は、テンプレート画像を利用して判定要素を取得することにある。

【0015】請求項7記載の発明は、請求項2又は4記載の対象物検出装置において、判定要素取得手段は、目、鼻、口等に対応する判定要素取得領域の少なくとも1つに対し輝度の低い画素を利用して判定要素を取得することにある。

【0016】請求項8記載の発明は、請求項2又は4記載の対象物検出装置において、判定要素取得手段は、目、鼻、口等に対応する判定要素取得領域の少なくとも1つに対し輪郭抽出画像を利用して判定要素を取得することにある。

【0017】請求項9記載の発明は、請求項5記載の対象物検出装置において、判定要素取得手段は、目、鼻、口等に対応する判定要素取得領域の少なくとも1つに対し領域の輝度平均又は輝度分散値を利用して特徴量を取得することにある。

【0018】請求項10記載の発明は、請求項2又は4記載の対象物検出装置において、判定要素取得手段は、目、鼻、口、頬等に対応する判定要素取得領域の少なくとも1つに対しテンプレート画像を利用して判定要素を取得することにある。

【0019】請求項11記載の発明は、入力した入力画像、又は入力画像に画像処理を施した画像に対して、検出する被識別対象物の特徴的な領域に対応して複数の判定要素取得領域を設定した領域モデルを順次被照合局所領域位置を指定しながら当て嵌め、領域モデルを当て嵌める毎にこの領域モデルの各判定要素取得領域から判定要素を取得し、この取得した判定要素に基づいてマハラノビス距離計算を行って被照合局所領域の画像が被識別対象物画像か否かの判定を行い、この判定結果により被識別対象物の検出を行う方法にある。

【0020】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

(第1の実施の形態)なお、この実施の形態は被識別対象物検出として顔検出を例にした場合について述べる。

【0021】図1は対象物検出装置の全体構成を示すブロック図で、この装置は人物の顔を含む画像を入力する画像入力手段としての画像入力部1と、この画像入力部1が入力した画像情報から顔画像を検出する位置検出部2とで構成している。

【0022】前記画像入力部1は、図2に示すように、人物の顔を撮影し、顔を含むデジタル濃淡画像情報を出力するCCDカメラ11と、このCCDカメラ11からのデジタル濃淡画像情報を取込む画像入力ボード12と、この画像入力ボード12が取込んだデジタル濃淡画像情報を記憶する画像メモリ13とで構成している。なお、入力する画像はカラー画像でもよい。

【0023】前記位置検出部2は、図3に示すように、モデル生成部21と、記憶手段としてのモデル記憶部22と、計算式算出部23と、計算式記憶部24と、位置指定手段としての照合領域位置指定部25と、輝度正規化手段としての輝度正規化部26と、画像処理部27と、判定要素取得手段としての判定要素取得部28と、マハラノビス距離判定手段としてのマハラノビス距離判定部29とで構成している。

【0024】前記モデル生成部21は、図4に示すように、顔画像の目、鼻、口、頬などの特徴的な領域に対応して複数の判定要素取得領域を設定した領域モデルを生成するようになっている。図4の(a)の領域モデルは、特徴的な領域を目、鼻、口、頬の領域とし、目に対する判定要素取得領域41、42、鼻に対する判定要素取得領域43、口に対する判定要素取得領域44、残りの頬に対する判定要素取得領域45を設定したものである。図4の(b)の領域モデルは、特徴的な領域を目、口、頬の領域とし、目に対する判定要素取得領域41、42、口に対する判定要素取得領域44、頬に対する判定要素取得領域45を設定したものである。

【0025】図4の(c)の領域モデルは、特徴的な領域を目、頬の領域とし、目に対する判定要素取得領域41、42、頬に対する判定要素取得領域45を設定したものである。図4の(d)の領域モデルは、特徴的な領域を目、鼻、頬の領域とし、目に対する判定要素取得領域41、42、鼻に対する判定要素取得領域43、頬に対する判定要素取得領域45を設定したものである。

【0026】図4の(e)の領域モデルは、特徴的な領域を目、鼻、口、頬の領域とし、左右の目を1つに設定した判定要素取得領域46、鼻に対する判定要素取得領域43、口に対する判定要素取得領域44、頬に対する判定要素取得領域45を設定したものである。図4の(f)の領域モデルは、特徴的な領域を目、鼻、口、頬、髪の毛の領域とし、目に対する判定要素取得領域41、42、鼻に対する判定要素取得領域43、口に対する判定要素取得領域44、頬に対する判定要素取得領域45、髪の毛に対する判定要素取得領域47を設定したものである。これらの領域モデルはウィンドウモデルと呼ばれるものである。

【0027】また、図5に示す領域モデルはマスクモデルと呼ばれるもので、各領域をマスクで表現するようになっている。数値1及び2は目に対する判定要素取得領域であり、数値3は鼻に対する判定要素取得領域であ

り、数値4は口に対する判定要素取得領域であり、数値5は頬に対する判定要素取得領域である。なお、数値0の部分は除外する領域である。このようなマスク表現により、より詳細な領域モデルを生成することができる。

【0028】このような領域モデルを使用すれば、図6に示すような、サイズの違った人についても、多少顔を傾けた人についても、眼鏡をかけた人についても1つの領域モデルMである程度顔の検出が可能になる。勿論、領域モデルを複数種、複数サイズ用意してもよい。例えば、図7の(a)及び(c)に示すように鼻及び口の領域の配置が異なる領域モデルM11、M21を用意するとともに図7の(b)及び(d)に示すように各領域モデルM11、M21に対してそれぞれサイズの異なる領域モデルM12、M22を用意する。なお、領域モデルとして、真正面の顔のみでなく、傾いた顔や左右上下を向いた顔の領域モデルを用意してもよい。

【0029】このような領域モデルを用意することで顔のサイズの違いや個人差に対してより幅広く対処することができる。なお、領域モデルの各判定要素取得領域の大きさを少し大きめにすれば個人差を十分に吸収できるので多くの人の顔に対処することが可能になり、従って、必ずしも多種類の領域モデルを用意する必要はない。

【0030】前記モデル記憶部22は、前記モデル生成部21が生成した領域モデルを記憶する。なお、計算機プログラム上では顔の領域モデルをメモリに記憶するという形を取らなくてもパラメータとして領域モデル内の各判定要素取得領域を指定することは可能であり、このような場合もプログラムとして記憶していると見なす。

【0031】領域モデルがウィンドウモデルの場合は、領域モデルの左上を原点として、各判定要素取得領域を形成する矩形の左上と右下の頂点座標又は各判定要素取得領域を形成する矩形の左上の頂点座標とその領域の幅、高さ等を記憶する。また、マスクモデルの場合は、各判定要素取得領域の代表値をそのままの形式で記憶する。このように、領域モデルがウィンドウモデルの場合は座標を記憶すればよく、また、領域モデルがマスクモデルの場合は例えばC言語を利用すれば配列でマスク値をそのまま記憶すればよい。

【0032】顔の領域モデルのうち、頬の判定要素取得領域についてはテンプレート画像との類似度を利用して判定要素の取得を行う。このように判定要素として特徴量のみでなくテンプレート画像の類似度との併用も効果的である。勿論、テンプレート画像との距離でもよい。すなわち、人物の顔は、目、鼻、口の領域を取り除くと、略平坦となるので頬の領域にテンプレート画像を適用することは適切である。例えば、図8の(a)に示すように、マスク表現した顔の領域モデル51における頬の判定要素取得領域をテンプレート画像52に置き換える。このテンプレート画像は図8の(b)に示すような構

成になっている。なお、数値 1 の領域は右目の判定要素取得領域 5 3 であり、数値 2 の領域は左目の判定要素取得領域 5 4 であり、数値 3 の領域は鼻の判定要素取得領域 5 5 であり、数値 4 の領域は口の判定要素取得領域 5 6 である。このテンプレート画像 5 2 は、実際の顔画像から作成してもよいが、頬を誰でもほぼ平面と考え、単に類似度を計算するのであれば、テンプレート画像は輝度値 1, 1, 1, 1, 1, 1, … の画像で十分である。頬の判定要素取得領域はこのような類似度を利用するが、この頬の判定要素取得領域に対して同時に判定要素として特徴量も利用する。

【0033】前記照合領域位置指定部 2 5 は、図 9 に示すように、入力画像 I G に対して、この画像全体にわたり被照合局所領域 P の位置を順次指定する。画像検出はどこに存在するかわからない顔の検出が目的となるので、このように画像全体にわたって被照合局所領域 P の位置を順次指定することになる。このとき、被照合局所領域 P 同士は一部が重なる場合が一般である。

【0034】そして、被照合局所領域 P の位置が指定される毎に前記輝度正規化部 2 6 はその被照合局所領域 P の輝度正規化を行う。次に、画像処理をしなければ得られないような特徴量の抽出を行う場合は、前記画像処理部 2 7 にて被照合局所領域 P 毎に画像処理を行う。なお、予め入力画像全体を画像処理した画像を生成しておき、被照合局所領域 P をこの画像処理された画像全体にわたって位置を順次指定して移動させてもよい。

【0035】次に、前記判定要素取得部 2 8 は前記モデル記憶部 2 2 に記憶した顔の領域モデルを被照合局所領域毎に当て嵌めて特徴量の検出を行う。図 1 0 に示すように領域モデル M を被照合局所領域に当て嵌めつつ位置を移動させ、顔上に存在する被照合局所領域に領域モデル M が位置すると顔画像の検出が行われる。

【0036】図 1 1 は装置が顔画像検出を行う前に行う前処理を示す流れ図で、ここでは学習用顔画像を入力し、この入力した学習用顔画像に対して特徴量、類似度等の判定要素を抽出し、これを用意した全ての学習用顔画像に対して行った後に、抽出した判定要素に基づいてマハラノビス距離計算式を求める。

【0037】このような前処理を行うことで、装置が顔

$$RE\_d(\text{Right Eye darkness}) = \text{Num}(P(i))$$

$$i \in \text{Area RE}(P(i)) \leq C\_a - 30$$

【0042】右目の判定要素取得領域 RE のエッジ特徴量は、

【数 2】

$$RE\_e(\text{Right Eye Edge}) = \sum_{i \in \text{Area RE}} E(i)$$

$$LE\_d(\text{Left Eye darkness}) = \text{Num}(P(i))$$

$$i \in \text{Area LE}(P(i)) \leq C\_a - 30$$

【0044】左目の判定要素取得領域 LE のエッジ特徴量は、

検出を行うときには、図 1 2 に示すように、画像入力部 1 による画像入力、この入力画像に対して照合領域の位置指定、輝度正規化処理、領域モデルの当て嵌め、特徴、類似度等の抽出、マハラノビス距離の算出を順次行い、これを各被照合局所領域毎に繰返し、最終的にマハラノビス距離の算出結果から顔の検出を行うことになる。

【0038】前記計算式算出部 2 3 は、これは前処理におけるマハラノビス距離計算式の算出に相当する。先ず、計算式の算出のためには領域モデルの各領域のどんな特徴量等の判定要素を利用するかを決定しておく必要があり、これらの特徴量を学習用顔画像から計測することで計算式を算出する。

【0039】先ず、顔の領域モデルから取得される特徴量、すなわち、判定要素を定義する。ここで P(i) を位置 i における輝度値、E(i) を微分オペレータ等によりエッジ抽出処理を施した画像の位置 i の輝度値とする。ここでのエッジ抽出等は画像処理により行う。学習用顔画像についても画像処理等を行ってこれらの特徴量を予め取得しておく。基本的には各領域の低輝度特徴量とエッジ特徴量を利用する。また、頬の領域については平均輝度とテンプレート画像との類似度を利用する。なお、低輝度特徴量とは、ある設定した輝度閾値よりも低い画素の数やある設定した輝度閾値よりも低い画素の輝度値合計などである。また、エッジ特徴量とは、微分オペレータ等を用いて画像処理し、その画像のある輝度閾値よりも高い画素の数や単に画像処理した画像の輝度値合計などである。

【0040】例えば、次式で表現される特徴量を用いる。なお、利用する顔の領域モデルは図 4 の (a) に示すモデルとする。また、領域モデル内の右目の判定要素取得領域 4 1 を RE、左目の判定要素取得領域 4 2 を LE、鼻の判定要素取得領域 4 3 を N、口の判定要素取得領域 4 4 を M、残りの頬の判定要素取得領域 4 5 を C とする。

【0041】右目の判定要素取得領域 RE の低輝度特徴量は、

【数 1】

【0043】左目の判定要素取得領域 LE の低輝度特徴量は、

【数 3】

【数 4】

$$LE\_e(\text{Left Eye Edge}) = \sum_{i \in \text{Area LE}} E(i)$$

【0045】鼻の判定要素取得領域Nの低輝度特徴量は、

$$N\_d(\text{Nose darkness}) = \text{Num}(P(i))$$

$$i \in \text{Area N}(P(i) \leq C\_a - 30)$$

【0046】鼻の判定要素取得領域Nのエッジ特徴量は、

$$N\_e(\text{Nose edge}) = \sum_{i \in \text{Area N}} E(i)$$

$$C\_a(\text{Cheak average}) = \frac{1}{n} \sum_{i \in \text{Area C}} P(i) \quad (n \text{ は Area C の全画素数})$$

【0050】頬領域平面プレートfと頬領域gとの類似度は、

$$C\_s(\text{Cheak Similar Value}) = \frac{f \cdot g}{|f| |g|}$$

$$C\_v(\text{Cheak variance}) = \frac{1}{n} \sum_{i \in \text{Area C}} (P(i) - C\_a)^2 \quad (n \text{ は Area C の全画素数})$$

【0053】などの輝度値分散特徴量を利用することも有効である。

【0054】そして、様々な学習用顔画像に領域モデルを当て嵌めて特徴量、類似度を各判定要素取得領域より計測しておく。このとき、学習用顔画像個々に輝度正規化と画像処理を行った上で計測する。例えば、50人の学習用顔画像を計測し、メモリに記憶した内容を図13に示す。この内容は、ある一定の大きさの顔画像から実際に計測した実値である。頬の領域に対してはテンプレート

【0055】一般に定義される全変量から、あるいは複数の変量から、1つのマハラノビス距離を算出するための計算式の算出例を示す。この算出は多変量解析の分野で一般に定義されるマハラノビス距離の算出方法である。

【0056】一般に、 $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  種の変量のマハラノビス距離はこれらの変量、変量同士の分散共分散行列を

【数12】

$$S = \begin{bmatrix} s_1^2 & s_{12} & s_{13} & \dots & s_{1n} \\ \dots & s_2^2 & s_{23} & \dots & s_{2n} \\ \dots & \dots & s_3^2 & \dots & s_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & s_n^2 \end{bmatrix}$$

【0057】として、

$$D^2 = (x - \bar{x})^T (S)^{-1} (x - \bar{x})$$

【0047】口の判定要素取得領域Mの低輝度特徴量は、

【数7】

$$M\_d(\text{Mouse darkness}) = \text{Num}(P(i))$$

$$i \in \text{Area M}(P(i) \leq C\_a - 30)$$

【0048】口の判定要素取得領域Mのエッジ特徴量は、

【数8】

$$M\_e(\text{Mouse edge}) = \sum_{i \in \text{Area M}} E(i)$$

【0049】頬の判定要素取得領域Cの平均輝度は、

【数9】

【0051】となる。

【0052】また、頬の領域は輝度値の分散が小さいという特徴があるので、

【数11】

【0058】で求めることができるので、図13の各判定要素（変量）の計算結果から分散共分散行列とその逆行列を求めることで下記の計算式を算出することができる。

【0059】

【数14】

$$D = \frac{|x - \bar{x}|}{\sigma} \quad (\bar{x} : \text{変量の平均}, \sigma : \text{変量の標準偏差})$$

【0060】なお、全変量から1つのマハラノビス距離Dを求めるのではなく、数個の変量から1つのマハラノビス距離Dを求めて他の判定要素と併用してもよい。例えば、頬の部分のテンプレート画像との類似度C-sはマハラノビス距離の計算に利用せず、その他の特徴量によるマハラノビス距離Dと頬領域のテンプレートとの類似度C-sを併用し、例えばマハラノビス距離Dが閾値1以下で類似度C-sが閾値2以上ならば顔といったような判定を行う。また、数個ずつの変量にグループ化してそれぞれマハラノビス距離Dを求めてもよい。例えば、【数1】～【数5】の各式により求めたRE-d～N-dにより1つのマハラノビス距離D1を求め、【数6】～【数10】の格式により求めたN-e～C-sによりもう1つのマハラノビス距離D2を求め、例えばD1が閾値1以下でかつD2が閾値2以下であれば顔といったような判定を行う。

【0061】また、マハラノビス距離の計算式のもう1つの算出方法について述べる。図13に示すように、各判定要素毎に平均と標準偏差を求めておく。1判定要素（変量）の場合のマハラノビス距離Dは、

【数15】

$$D^2 = [RE\_d-22, RE\_e-3565, LE\_d-3336, LE\_e-3336, N\_d-18, N\_e-4239, M\_d-42, M\_e-5296, C\_a-142, C\_s-0.9712] \times$$

$$\begin{pmatrix} 0.003655382 & 0.000392358 & -0.02063361 & -7.2054E-05 & -0.04835651 & 0.000523458 & -0.00114965 & -0.00017501 & -0.00392345 & -14.3417224 \\ 0.000392358 & 4.93E-05 & -0.00010965 & -3.26E-05 & -0.00014043 & 2.27E-06 & -1.5567E-05 & -6.17E-07 & 0.000165348 & -0.22420217 \\ -0.02063361 & -0.00010965 & 0.07686748 & -4.4135E-05 & 0.028340274 & 0.000100277 & 0.008210581 & -2.5849E-05 & -0.07726079 & 7.258323817 \\ -7.2054E-05 & -3.26E-05 & -4.4135E-05 & 1.09443E-05 & -0.00026104 & -1.82E-06 & -7.9763E-05 & 3.43E-07 & 0.000307473 & -0.03607149 \\ -0.04835651 & -0.00014043 & 0.028340274 & -0.00026104 & 0.126532682 & -0.00044074 & -0.00168124 & -8.36E-06 & -0.03971954 & -8.82397775 \\ 0.000523458 & 2.27E-06 & 0.000100277 & -1.82E-06 & -0.00044074 & 8.72E-06 & -1.904E-05 & -1.17E-06 & 7.94961E-05 & -0.16066737 \\ -0.00114965 & -1.5567E-05 & 0.008210581 & -7.9763E-05 & -0.00168124 & -1.904E-05 & 0.011824983 & -1.0893E-05 & -0.03796368 & 17.85400564 \\ -0.00017501 & -6.17E-07 & -2.5849E-05 & 3.43E-07 & -8.36E-06 & -1.17E-06 & -1.0893E-05 & 1.10E-06 & 0.000160576 & -0.01111001 \\ -0.00392345 & 0.000165348 & -0.07726079 & 0.000307473 & -0.03971954 & 7.94961E-05 & -0.03796368 & 0.000160576 & 0.390957017 & -140.461733 \\ -14.3417224 & -0.22420217 & 7.258323817 & -0.03607149 & -8.82397775 & -0.16066737 & 17.85400564 & -0.01111001 & -140.461733 & 95859.10173 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} RE\_d-22 \\ RE\_e-3565 \\ LE\_d-3336 \\ LE\_e-3336 \\ L\_d-18 \\ N\_e-4239 \\ M\_d-42 \\ M\_e-5296 \\ C\_a-142 \\ C\_s-0.9712 \end{pmatrix}$$

【0062】で求めることができるので、各変量RE-d～C-s の変量個々のマハラノビス距離D<sub>RE-d</sub>～D<sub>C-s</sub> の計算式は下記の【数16】式となる。

$$\begin{aligned} D_{RE\_d} &= \frac{|RE\_d - 22|}{8} \\ D_{LE\_d} &= \frac{|LE\_d - 20|}{6} \\ D_{N\_d} &= \frac{|N\_d - 18|}{5} \\ D_{M\_d} &= \frac{|M\_d - 42|}{13} \\ D_{C\_a} &= \frac{|C\_a - 142|}{4} \end{aligned}$$

【0063】

【数16】

$$\begin{aligned} D_{RE\_e} &= \frac{|RE\_e - 3565|}{718} \\ D_{LE\_e} &= \frac{|LE\_e - 3336|}{463} \\ D_{N\_e} &= \frac{|N\_e - 4239|}{817} \\ D_{M\_e} &= \frac{|M\_e - 5296|}{1339} \\ D_{C\_s} &= \frac{|C\_s - 0.9712|}{0.0070} \end{aligned}$$

【0064】また、それらを総合した距離Dの計算式を下記の【数17】式のように定義する。但し、個々の変量の距離はマハラノビス距離であるが、総距離Dはマハラノビス距離の定義はない。この総距離Dは個々の変量を標準化した場合の、中心0, 0, 0, …からのユークリッド距離に等しいものであるが、個々にはマハラノビ

ス距離を利用している。実際の検出段階においても行列計算を必要としないため計算時間の短縮を図ることができる。

【0065】

【数17】

$$D = \sqrt{D_{RE\_d}^2 + D_{LE\_e}^2 + D_{LE\_d}^2 + D_{LE\_e}^2 + D_{N\_d}^2 + D_{N\_e}^2 + D_{M\_d}^2 + D_{M\_e}^2 + D_{C\_a}^2 + D_{C\_s}^2}$$

【0066】このようにして1変量個々にマハラノビス距離計算を行う準備ができたが、必ずしも全変量について個別のマハラノビス距離の計算式を求める必要はない。例えば、D<sub>RE-d</sub>～D<sub>C-a</sub> までは個々にマハラノビス距離を求め、C-sについては類似度の平均値等をそのまま判定に用いてもよい。例えば、D<sub>RE-d</sub>～D<sub>C-a</sub> までのマハラノビス距離の総距離Dが××以下で顔の領域の類似度C-sが〇〇以上ならば顔であるといった判定の可能である。その他、RE-d～N-d までで1つのマハラノビス距離D1を求め、残りのものについては個々にマハラノビス距離を求めるというような組み合わせも可能である。

【0067】こうして求めたマハラノビス距離Dの計算式を前記計算式記憶部24に記憶する。この時記憶する

計算式は数14式か【数16】式、【数17】式のいずれかの方式によるものでよい。以上が図11に示す実際の検出を行う前の前処理となるが、前記モデル生成部21や計算式算出部23は必ずしも本装置に組込む必要はなく、領域モデルや計算式を外部から取り込んでもよい。

【0068】次に図12に示す実際の検出処理について述べる。画像入力部1から顔画像と複雑な背景からなる画像を入力し画像メモリ13に記憶する。なお、入力画像において検出する顔のサイズは背景に比べて比較的小さい。すなわち、多くの複雑な背景を含んでいる。また、撮影される環境は問わないが一般には室内の蛍光灯下であることが多い。



【0069】入力画像サイズが大きき場合には計算に要する時間も長くなるのでサイズの縮小を行う。但し、必ずしも縮小する必要はない。サイズを縮小する場合は、入力画像をある一定の大きさのブロックでモザイク化し、各モザイクの輝度値を代表値として縮小画像を生成する。なお、前述した学習用顔画像のサイズ及び学習用顔画像からの特徴量の計測もこのサイズの縮小を考慮して行っておく。

【0070】前記照合領域位置指定部25は、図9に示すように入力画像全体にわたって被照合局所領域Pの位置を順次指定する。そして、指定された個々の被照合局

$$\bar{f}(x, y) = \frac{1}{N} \sum_{x, y \in D} f(x, y) \quad (N = \text{被照合局所領域画素数})$$

【0072】次に下記計算式により局所領域の平均を0にするように各画素を変換する。

【0073】

【数19】

$$g(x, y) = f(x, y) - \bar{f}(x, y)$$

【0074】次に下記計算式により局所分散値を求め

【0075】

【数20】

$$\sigma^2(x, y) = \frac{1}{N} \sum_{x, y \in D} g^2(x, y)$$

【0076】そして、最後に下記計算式により、局所領域内の各画素における変換画素  $e(x, y)$  を求める。結果的に領域の局所分散は一定になる。

【0077】

【数21】

$$e(x, y) = \frac{g(x, y)}{\sigma(x, y)}$$

【0078】この被照合局所領域Pのサイズは顔の領域モデルと同じ大きさに設定する。このような処理により平均0、分散1の局所画像が作成されるが、このままでは画像処理には都合が悪いので、例えば、標準偏差  $2\sigma$  の範囲を0～250、平均125の画像として変換する。被照合局所領域Pをこのような方法で輝度変換した入力画像例を図14に示す。

【0079】図14の(a)は入力画像を示し、図14の(b)、(c)、(d)はそれぞれ被照合局所領域Pを順次指定して輝度正規化を施した状態を示している。実際には画像全体にわたり照合領域が指定されて輝度の正規化が行われることになる。被照合局所領域Pは照合領域の大きさよりも移動量を小さく設定すればお互い一部が重なることもある。被照合局所領域Pを数画素ずつ移動させるとすれば、照合領域の指定回数及び輝度正規化回数は1入力画像について数千回～数万回行われることもある。

所領域Pに対して輝度正規化部26により輝度正規化処理を毎回行う。輝度正規化処理として、例えば一定分散強調処理を行う。この方法は局所画像のコントラストを改善し見やすくする方法として知られている。この方法はある対象物のコントラストをどんな撮影環境においても局所的に一定にするので画像検出に特に効果的である。一定分散強調は被照合局所領域毎に次のような計算式により輝度の正規化を行う。

【0071】まず、局所平均画像を下記計算式により求める。

【数18】

【0080】しかし、このように被照合局所領域毎に対象物中心の輝度正規化を行わなければ、人物の顔のように様々な環境に存在する被識別対象物の特徴量等の判定要素が一定にならない。このため、安定した顔の位置検出が困難になる。背景を含めた形の正規化では被識別対象物のコントラスト等の正確な改善は望めない。特に背景に対し被識別対象物のサイズが小さい場合、この傾向は顕著になる。撮影条件が変わっても被照合局所領域毎に輝度正規化を行うことで安定した顔の検出が可能になる。但し、照明環境が安定しているような場合は輝度正規化は必ずしも必要ではない。

【0081】前記画像処理部27は、エッジ特徴量のように画像処理しなければ抽出できないような特徴量を利用する場合に画像処理を行う。この画像処理は正規化された被照合局所領域について毎回行う。例えば、微分オペレータを利用して正規化された被照合局所領域からエッジ特徴を表す局所画像を生成する。これで例えば人物の目、鼻、口等の輪郭の特徴が抽出される。勿論、被照合局所領域が顔以外であれば別の輪郭が抽出されることになる。

【0082】前記判定要素取得部28は、被照合局所領域の正規化された濃淡画像及びエッジ画像に対し顔の領域モデルを当て嵌めて領域モデル内の各判定要素取得領域の特徴量及び類似度を抽出する。

【0083】前記マハラノビス距離判定部29は、抽出された判定要素から各被照合領域毎にマハラノビス距離の計算を行い、距離の小さい位置を顔として判定する。判定要素である特徴量と類似度を抽出した結果とそのときに【数16】式及び【数17】式を利用して各領域のマハラノビス距離を計算した結果及び【数14】式を利用してマハラノビス距離を計算した結果を図15に示す。これらの値はメモリに記憶される。

【0084】図15の計算結果は、図16に示す5つの位置T1、T2、T3、T4、T5の結果を代表例として示している。図15において、メモリME1は各位置T1～T5で抽出された各判定要素取得領域の特徴量を

示し、メモリME2 は各位置T1 ～T5 で抽出された各判定要素取得領域の特徴量から〔数16〕式により求めた各取得領域個々のマハラノビス距離と〔数17〕式により求めたその総距離Dを示し、メモリME3 は各位置T1 ～T5 で抽出された各判定要素取得領域の特徴量から〔数14〕式により求めた各位置における1つのマハラノビス距離を示している。なお、ここでは5つの位置について述べたが、実際には入力画像全体に対して数千から数万箇所の被照合局所領域を指定するので、計算量は膨大となる。

【0085】メモリME2 に示す〔数17〕式で求めたマハラノビス距離の総距離Dから見ると、位置T3 における総距離Dが「3. 330」と最も小さく、例えば、閾値を4. 0とすればこの位置T3 において顔を検出することになる。この検出位置に円を書き込めば図17に示すようになる。また、メモリME3 に示す〔数14〕式で求めた1つのマハラノビス距離Dから見ると、位置T3 における距離Dが「3. 720」と最も小さく、例えば、閾値を4. 0とすればこの位置T3 において顔を検出することになる。

【0086】なお、実際の装置では〔数14〕式か〔数16〕式、〔数17〕式のうちのいずれか一方の計算方法を用いればよい。また、幾つの特徴量同士をまとめた1つのマハラノビス距離とテンプレートとの類似度の併用や幾つの変量同士をまとめてグループを作りそれぞれの距離を幾つか定義してもよい。

【0087】このように、被識別対象物である顔を、目、鼻、口、頬等の特徴的な判定要素取得領域に分けて表現した顔の領域モデルを作成し、各判定要素取得領域の位置関係を維持したこの領域モデルを入力画像あるいは入力画像を画像処理した画像に当て嵌める位置を指定し、その位置における領域モデル内の各判定要素取得領域の特徴量を計測し、その計測した特徴量に基づいてマハラノビス距離を計算して各被照合局所領域が顔か否かの判定を行っているので、判定要素の次元の削減、即ち、計算量の削減ができて処理が比較的簡単で、顔を正確に検出することができる。

【0088】また、領域モデルを当て嵌める各被照合局所領域毎に一定分散強調処理による輝度正規化を行っているので、判定要素を一定にでき、光源等の環境変動の影響をあまり受けずに顔の検出ができ、顔をより正確に検出することができる。また、輝度正規化を行った被照合局所領域に対してエッジ特徴を表す局所画像を生成する画像処理を行ってから被照合局所領域に当て嵌めた領域モデル内の各判定要素取得領域の特徴量を計測して顔か否かの判定を行うので、目、鼻、口等の輪郭の特徴をより確実に抽出することができ、この点においても確実な顔の検出ができる。

【0089】なお、この実施の形態においては入力画像の画像全体に対して、領域モデルを当て嵌める位置を順次指定して特徴量を抽出し顔検出を行うようにしたが必ずしもこれに限定するものではなく、図18に示すように、予め背景が既知の場合には、画像全体からその既知の部分57を取り除いて候補領域58を生成し、その候補領域58に対し、前述した実施の形態と同様に領域モデルを当て嵌める位置を順次指定して特徴量を抽出し顔検出を行ってもよい。このようにすれば特徴量の抽出処理がより迅速になる。

10

【0090】ここで1変量マハラノビス距離の総距離による判別（但し、標準化したデータの平均値とのユークリッド距離に等しい。）とファジーメンバーシップ関数との関係について述べる。例えば、〔数16〕式における変量RE-dに対するマハラノビス距離D<sub>RE-d</sub>をファジーメンバーシップ関数として表せば出力の最大値は1. 0ではないが、図19に示すようになる。すなわち、変量RE-d=22を中心として、2つの一次関数、 $y = -RE-d / 8 + 22 / 8$ 及び $y = RE-d / 8 - 22 / 8$ で表すことができる。ここでは出力が小さいほど右目らしいということになる。この他にも例えば定数からD<sub>RE-d</sub>の式を引いた式を作るなどして逆に出力が大きいほど右目らしいという関数を作ることも可能である。このように、個々の特徴量に対するマハラノビス距離の式をそのまま、あるいは変形してファジーメンバーシップ関数として表現することもでき、この場合もマハラノビス距離を利用したことになる。

20

【0091】（第2の実施の形態）この実施の形態は、被識別対象物検出として顔以外の物品検出に適用した例について述べる。具体的には、シーンの中から一方通行の道路標識の検出例について述べる。カラー画像を用いて色特徴を利用してもよいが、ここでは濃淡画像のみを利用する。対象は正面、水平に配置されたシーン画像中の一方通行の標識とする。

30

【0092】領域モデルとして、図20に示すような2つの領域61、62からなる領域モデル60を使用する。矢印部の領域61をA1、その他の領域62をA2とする。次に各領域A1、A2において利用する特徴量を決定する。一般に、一方通行の標識においては領域A1の輝度はその他の領域A2に比べて高く、また、領域A1、A2ともに輝度の分散値は非常に小さい。

40

【0093】そこで、2つの領域A1、A2とも特徴量として平均輝度と輝度分散値を利用するとして、それぞれA1-a、A1-v、A2-a、A2-vとする。そして、様々な一方通行の道路標識のサンプル画像からそれぞれの特徴量を計測し、図21に示すような計測値を得る。そして、これらの結果から、マハラノビス距離Dの計算式は、

【数22】

$$D^2 = (A1\_a - 110.6, A1\_v - 4.5, A2\_a - 191.7, A2\_v - 4.4) * \begin{pmatrix} 0.0716 & -0.1649 & 0.0112 & -0.0937 \\ -0.1649 & 0.6194 & -0.0324 & 0.2448 \\ 0.0112 & -0.0324 & 0.0140 & -0.0296 \\ -0.0937 & 0.2448 & -0.0296 & 0.589 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} A1\_a - 110.6 \\ A1\_v - 4.5 \\ A2\_a - 191.7 \\ A2\_v - 4.4 \end{pmatrix}$$

【0094】となる。

【0095】これは、一般に定義されるマハラノビス距離の定義に乗っ取っている。実際の検出においては、先ず、標識65を含む図22のようなシーンの画像を入力し、シーン画像上を領域モデル60を順次移動させ、その都度領域モデル60を当て嵌め、各領域A1、A2の平均輝度や輝度分散値を計測し、毎回〔数22〕式に基づいて各位置におけるマハラノビス距離Dを求め、この距離Dが閾値以下の場所には道路標識65があると判断する。なお、領域モデル60を移動させるとき、その都度その箇所において輝度正規化を行った方がより正確な検出が可能になる。

【0096】このように、被識別対象物である標識65をその標識画像の特徴的な判定要素取得領域A1、A2に分けて表現した顔の領域モデル60を作成し、各判定要素取得領域の位置関係を維持したこの領域モデル60をシーン画像上に当て嵌める位置を指定しつつ領域モデル内の各判定要素取得領域の特徴量を計測し、この計測した特徴量に基づいてマハラノビス距離を算出して標識か否かの判定を行っているので、この実施の形態においても前述した第1の実施の形態と同様の作用効果が得られるものである。

【0097】

【発明の効果】請求項1乃至10記載の発明によれば、処理が比較的簡単で、被識別対象物を正確に検出することができる対象物検出装置を提供できる。また、請求項3及び4記載の発明は、さらに、光源等の環境変動の影響をあまり受けずに被識別対象物の検出ができ、被識別対象物をより正確に検出することができる対象物検出装置を提供できる。また、請求項11記載の発明は、処理が比較的簡単で、被識別対象物を正確に検出することができる対象物検出方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態を示す全体構成のブロック図。

【図2】同実施の形態における画像入力部の構成を示すブロック図。

【図3】同実施の形態における画像検出部の構成を示すブロック図。

【図4】同実施の形態において使用可能なウィンドウモデル型の領域モデルの例を示す図。

【図5】同実施の形態において使用可能なマスクモデル型の領域モデルの例を示す図。

【図6】同実施の形態において領域モデルを顔に当て嵌

める各種例を示す図。

【図7】同実施の形態における領域モデルの複数種、複数サイズの例を示す図。

【図8】同実施の形態においてマスク表現した顔の領域モデルにおける頬の判定要素取得領域へのテンプレート画像の利用を示す図。

【図9】同実施の形態における被照合局所領域の指定例を示す図。

【図10】同実施の形態において領域モデルを顔の上に当て嵌めた状態を示す図。

【図11】同実施の形態における前処理を示す流れ図。

【図12】同実施の形態における顔画像位置検出処理を示す流れ図。

【図13】同実施の形態において学習用顔画像から抽出した各領域の特徴量の計測例を示す図。

【図14】同実施の形態において入力画像及び一定分散強調処理を行った被照合局所領域の各例を比較して示す図。

【図15】同実施の形態における入力画像の各位置における特徴量の計測値とマハラノビス距離の計算結果の例を示す図。

【図16】同実施の形態における入力画像に対する位置指定例を示す図。

【図17】同実施の形態における顔の位置検出結果例を示す図。

【図18】同実施の形態において入力画像に対して領域モデルを当て嵌める場合の他の例を示す図。

【図19】同実施の形態においてマハラノビス距離をファジーメンバーシップ関数に適用したときのファジーメンバーシップ関数例を示す図。

【図20】本発明の第2の実施の形態における領域モデルの例を示す図。

【図21】同実施の形態においてサンプル画像から抽出した各領域の特徴量の例を示す図。

【図22】同実施の形態におけるシーン画像例を示す図。

【符号の説明】

1…画像入力部

2…画像検出部

22…モデル記憶部

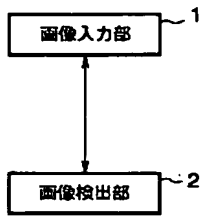
24…計算式記憶部

25…照合領域位置指定部

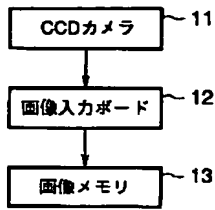
28…判定要素取得部

29…マハラノビス距離判定部

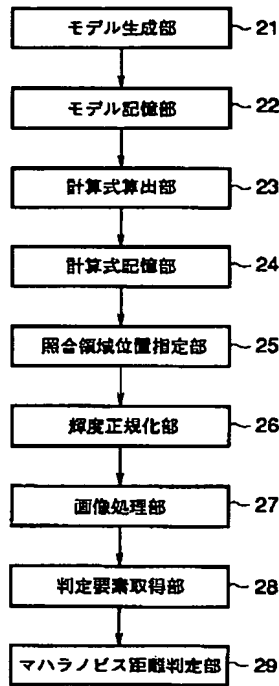
【図 1】



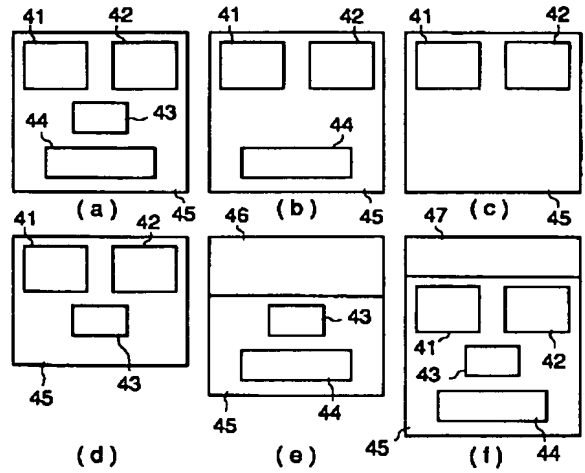
【図 2】



【図 3】



【図 4】

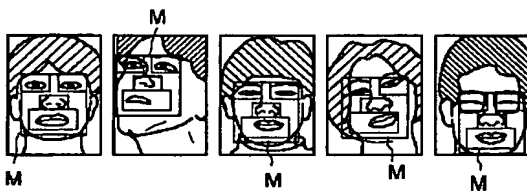


【図 5】

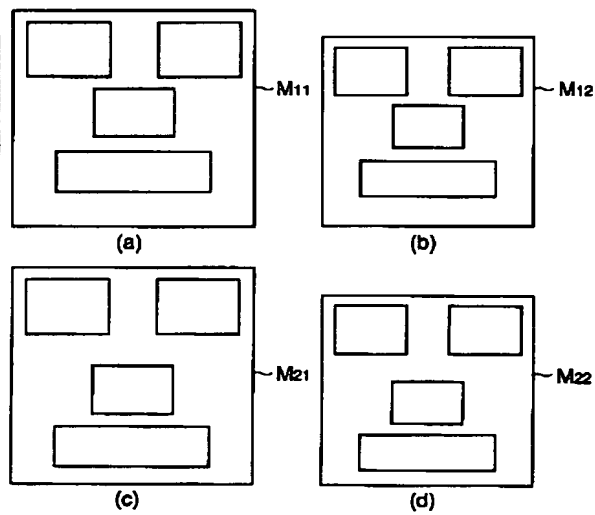
```

11111111555522222222
11111111555522222222
11111111555522222222
11111111555522222222
55555555555555555555
55555533333333335555
55555533333333335555
55555533333333335555
55555533333333335555
55555533333333335555
55555533333333335555
05544444444444444450
05544444444444444450
05544444444444444450
05544444444444444450
05555555555555555500
  
```

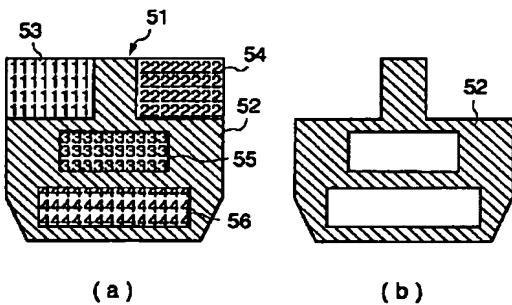
【図 6】



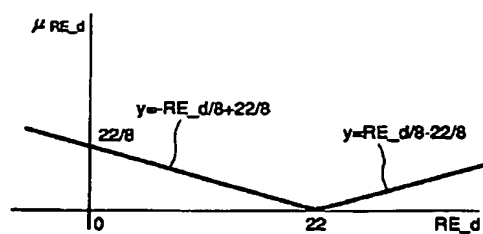
【図 7】



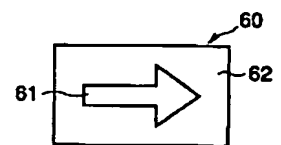
【図 8】



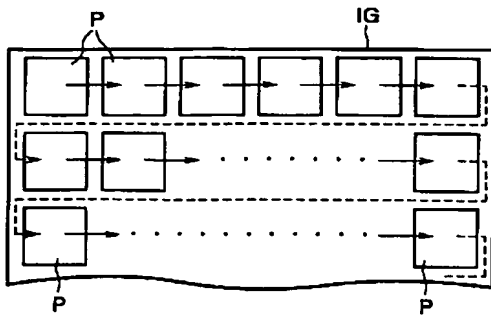
【図 19】



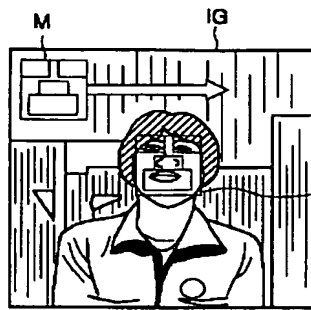
【図 20】



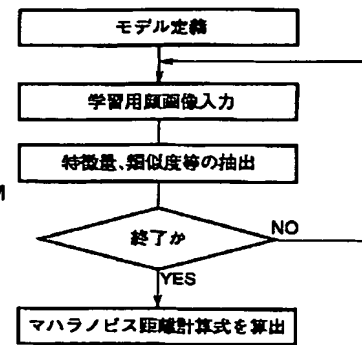
【図 9】



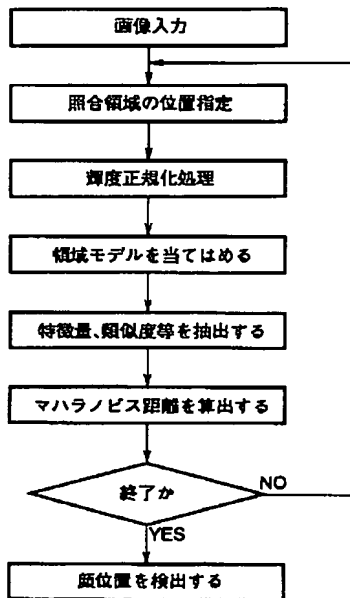
【図 10】



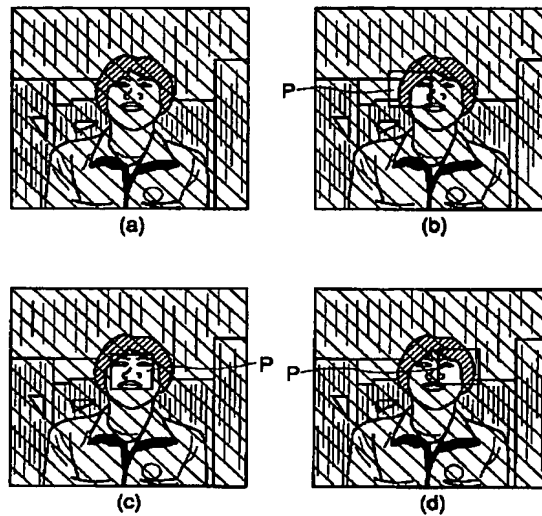
【図 11】



【図 12】



【図 14】



【図 17】



【図 15】

	RE <sub>d</sub>	RE <sub>e</sub>	LE <sub>d</sub>	LE <sub>e</sub>	N <sub>d</sub>	N <sub>e</sub>	M <sub>d</sub>	M <sub>e</sub>	Ca	Cs
位置 T <sub>1</sub>	0	949	0	566	19	2062	3	2418	119	0.9368
位置 T <sub>2</sub>	24	978	0	100	0	233	2	594	125	0.9429
位置 T <sub>3</sub>	33	3509	31	3713	11	3118	29	5748	143	0.9737
位置 T <sub>4</sub>	26	1023	19	2445	6	1013	3	1013	127	0.9552
位置 T <sub>5</sub>	5	492	13	1219	28	2415	10	2534	126	0.9475

ME<sub>1</sub>

	DRE <sub>d</sub>	DRE <sub>e</sub>	DLE <sub>d</sub>	DLE <sub>e</sub>	DN <sub>d</sub>	DN <sub>e</sub>	DM <sub>d</sub>	DM <sub>e</sub>	DC <sub>a</sub>	DC <sub>s</sub>	D
位置 T <sub>1</sub>	2.750	3.640	3.330	5.980	0.200	2.660	3.000	2.150	5.750	4.950	12.080
位置 T <sub>2</sub>	0.250	3.610	3.330	8.990	3.600	4.900	3.080	3.510	4.250	4.040	12.890
位置 T <sub>3</sub>	1.380	0.080	1.830	0.810	1.400	1.370	1.000	0.340	0.350	0.360	3.330
位置 T <sub>4</sub>	0.500	3.540	0.170	1.920	2.400	3.950	3.000	3.200	3.750	2.280	8.740
位置 T <sub>5</sub>	2.130	4.370	1.170	4.570	2.000	2.230	2.460	2.060	4.000	3.380	9.620

ME<sub>2</sub>

【図 18】



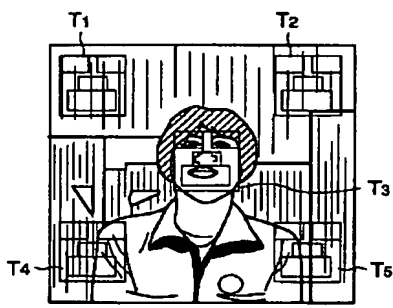
	D
位置 T <sub>1</sub>	14.800
位置 T <sub>2</sub>	11.090
位置 T <sub>3</sub>	3.720
位置 T <sub>4</sub>	9.200
位置 T <sub>5</sub>	15.350

ME<sub>3</sub>

【図 1 3】

	RE_d	RE_e	LE_d	LE_e	N_d	N_e	M_d	M_e	C_a	C_s
学習用顔画像1	24	4752	16	3536	20	4247	58	6310	141	0.9711
学習用顔画像2	24	4293	18	4104	22	4052	46	6831	139	0.9697
学習用顔画像3	28	3403	23	2708	20	4283	54	6361	147	0.9754
学習用顔画像4	23	4503	24	3616	20	4678	57	6785	149	0.9812
学習用顔画像5	29	3179	29	2528	13	3120	40	5543	145	0.9705
学習用顔画像6	20	3252	17	3204	21	4859	55	3970	141	0.9700
学習用顔画像7	25	3309	37	2927	16	3674	41	5728	144	0.9751
学習用顔画像8	26	3110	17	3492	21	4983	60	5630	143	0.9699
学習用顔画像9	25	4069	25	4412	28	5234	57	5225	147	0.9767
学習用顔画像10	22	3351	19	3610	27	4972	43	3750	141	0.9711
学習用顔画像11	11	2455	15	3169	13	4957	40	5454	138	0.9654
学習用顔画像12	8	3126	16	3187	13	6085	42	4842	138	0.9602
学習用顔画像13	15	2673	16	3586	14	4890	42	5162	141	0.9638
学習用顔画像14	10	3462	10	3029	7	3843	35	2314	139	0.9641
学習用顔画像15	16	3734	14	3116	13	3813	57	3698	142	0.9664
学習用顔画像16	12	4441	14	4061	13	4212	57	3335	142	0.9723
学習用顔画像17	17	4366	26	4121	16	4421	18	3821	142	0.9742
学習用顔画像18	33	3248	25	3297	22	3520	34	5445	147	0.9749
学習用顔画像19	33	3048	25	2753	20	3573	36	5764	147	0.9752
学習用顔画像20	22	3676	17	2962	21	4346	30	5260	144	0.9727
学習用顔画像21	34	2746	25	3032	11	3023	33	5825	141	0.9656
学習用顔画像22	25	3812	22	3261	16	4167	54	5834	143	0.9684
学習用顔画像23	33	2918	27	2896	9	2894	37	5856	141	0.9669
学習用顔画像24	31	3158	33	2853	11	2907	44	5961	144	0.9688
学習用顔画像25	21	4602	21	3341	23	5420	25	4746	147	0.9925
学習用顔画像26	20	4245	31	3008	17	3418	19	3894	147	0.9865
学習用顔画像27	25	4316	33	3039	13	3584	22	4607	148	0.9875
学習用顔画像28	22	3368	13	3314	17	5182	23	7934	133	0.9608
学習用顔画像29	16	3472	12	3584	17	4839	44	7840	135	0.9747
学習用顔画像30	13	3239	17	3221	20	5559	44	5397	142	0.9725
学習用顔画像31	12	3256	12	3239	19	5561	42	6225	140	0.9660
学習用顔画像32	15	4496	17	2867	14	3963	27	5257	132	0.9559
学習用顔画像33	11	4928	13	3863	24	4750	54	6571	140	0.9678
学習用顔画像34	14	4847	16	4195	24	5289	53	6326	142	0.9710
学習用顔画像35	14	5115	15	4372	24	5157	57	6685	141	0.9717
学習用顔画像36	13	4648	17	4536	23	5284	50	5548	141	0.9700
学習用顔画像37	21	3476	26	2958	14	3138	40	3899	143	0.9692
学習用顔画像38	16	3471	20	3171	9	3093	24	2519	140	0.9681
学習用顔画像39	18	3506	22	3023	13	3235	11	4646	138	0.9642
学習用顔画像40	20	3454	25	3018	15	3171	33	3823	143	0.9685
学習用顔画像41	29	2806	21	3605	24	4552	53	6548	143	0.9690
学習用顔画像42	38	2661	26	3099	20	3443	39	6568	147	0.9804
学習用顔画像43	28	3104	20	3138	27	4569	42	7748	148	0.9808
学習用顔画像44	23	3245	11	3469	26	4806	32	6399	144	0.9778
学習用顔画像45	41	2391	28	3477	20	3461	39	6360	147	0.9797
学習用顔画像46	21	2705	14	3098	18	3963	52	3397	139	0.9650
学習用顔画像47	21	2263	12	2912	19	4063	55	2929	138	0.9617
学習用顔画像48	18	3618	17	3349	17	4219	58	4351	144	0.9691
学習用顔画像49	22	3035	25	3083	19	3838	52	5785	145	0.9704
学習用顔画像50	17	3906	28	3363	15	3672	60	4072	147	0.9717
平均	22	3565	20	3336	18	4239	42	5296	142	0.9712
標準偏差	8	718	6	463	5	817	13	1339	4	0.0070

【図 1 6】



【図 2 1】

A1_a	A1_v	A2_a	A2_v
100	5	200	4
110	4	187	2
108	2	196	6
112	6	179	3
109	4	211	4
119	7	197	7
110	3	180	5
102	1	188	4
120	8	193	3
116	5	188	6

【図 2 2】

